

# Chap.II

## 鉄道技術とエネルギー効率の向上。

鉄道はエネルギーの有効活用を目指し、さまざまな技術を導入、進化を重ねてきた。制御装置の改良や車両軽量化による消費電力の低減は、その代表的なものである。



### 鉄道は環境に優しい輸送手段

鉄道は、他の交通機関と比較して、消費エネルギーが少なく環境に優しい乗り物だと言われる。

輸送機関別の1人を1km運ぶときのエネルギー消費量を比較してみると、鉄道の402.8KJに対し、乗用車はおよそ6.6倍、2644.5KJとなっている。

また、同じようにCO<sub>2</sub>排出量で比較してみると鉄道の18g-CO<sub>2</sub>に対し、乗用車は165g-CO<sub>2</sub>。鉄道のCO<sub>2</sub>排出量は、乗用車の約9分の1にすぎない。

「鉄道は、大量のエネルギーを消費しているが、10両編成なら定員約1500人の利用客を輸送できる。輸送人員が増えるほど、エネルギー効率が高くなる特性を持っている。一人でも多くの方に鉄道をご利用いただくことが、社会全体のエ

ネルギー効率を高め、環境負荷低減につながっていくと考えている」と藤澤課長は話す。

鉄道利用を促進して、社会全体のエネルギー効率を高め、環境負荷低減に貢献していく。一方で鉄道事業者側は、新しい鉄道技術を導入することで、これまでに、効率的なエネルギー利用を実践していく。

「鉄道が使用する電力については、運転用電力がその8割を占めることから、その使用量の削減を中心に、鉄道事業者は常に努力を続けてきた。これまでの実績を踏まえた上で、さらに推進すべきものは推進し、確実な成果を上げていきたい」(藤澤課長)

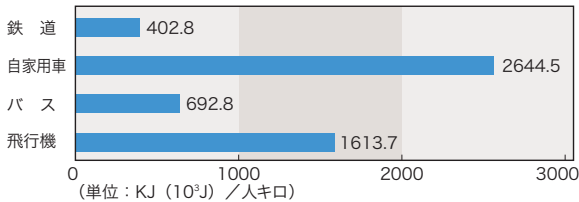
### 鉄道技術と運転用電力の削減

最初に、これまで運転用電力の削減のために導入されてきた鉄道技術について、振り返っておきたい。

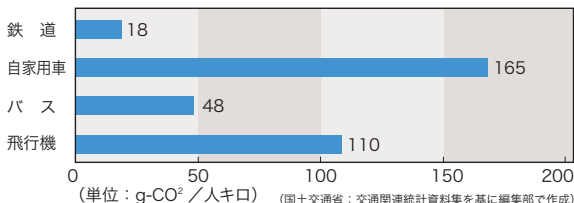
電車は電気でモーターを回し、加速していく。これを力行というが、力行して最高速度に達すると、モーターに回す電気を止めても、電車は惰性で走る。鉄のレールの上を転がる鉄の車輪の回転抵抗は極端に小さいので、そのままの速度で走ることができるのだ。この惰性で走っている状態を惰行という。

もちろん、空気抵抗などがあるため、速度は次第に落ちていく。駅間距離が長い場合には、力行と惰行を繰り返して走り、次駅が近づいたらブレーキをかけて停車するというのが、電車の基本的な

1人を1km運ぶのに必要なエネルギー (2009年度)



1人を1km運ぶのに排出するCO<sub>2</sub>排出量 (2009年度)



(国土交通省：交通関連統計資料集を基に編集部で作成)



運転パターンだ。逆に駅間が短い場合には、惰行区間を取る間もなくブレーキをかけ、停車する。

電車は、制輪子（ブレーキシュー）を車輪に押し付けるなどして摩擦力で止める機械ブレーキと、駆動用のモーターを発電機として用いる発電ブレーキを装着している。モーターは、外部の力で回転させられると発電機となり、電気を起こす性質を持っている。車輪と一体となっているモーターは、車輪が回転している間は回転させられることになり、発電機として機能する。この性質を利用したのが発電ブレーキで、モーターは発電することによって回転力を落とし、ブレーキとしての役割を果たす。摩擦した部品の交換が必要になる機械ブレーキより、発電ブレーキを多用した方が保守作業の面では効率がいい。

「電車は力行時にのみ、電気を使っている。この力行時の運転用電力をどれくらい小さくするか。電車の運転用電力の削減は、モーターとその制御装置の改良、そして発電ブレーキで発生した電気エネルギーをいかに有効に活用するか——こ

の三つをポイントに研究開発された新しい鉄道技術とともに進められてきた」（藤澤課長）

### 直流直巻きモーターと抵抗制御

「直流電化の電車の制御方式は、直流直巻きモーターを使用する抵抗制御方式から始まった」（藤澤課長）

直流直巻きモーターは、起動力が大きく、簡単に広範囲な速度制御ができるなどの優れた特性を備えており、電車のモーターとして長く採用されてきた。交流電化方式の電車においても、交流モーターの制御方式が実用化されるまで、車内で交流を直流に変換して、直流モーターを使用してきたという。

電車は、パンタグラフなどの集電装置で取り入れた電気でモーターを回し、その力を車輪に伝えて駆動する。モーターは電圧の値に比例して回転数に変化するので、モーターに加わる電圧の大きさを調整すれば、電車の速度制御ができる。

電車の制御方式は、直流直巻きモーターとともに長い間、抵抗制御が採用さ

れてきた。抵抗制御は、主回路（架線からモーターに至るまでの駆動系の回路）に抵抗器を挿入して、モーターに流す電圧を段階的に調節するというものだ。

抵抗制御には、細かく電圧を変化させることで、なめらかな速度制御ができるという特質がある。しかしその反面、余分な電気を抵抗器で熱に変えて捨ててしまうため、エネルギーの効率化という点で、大きな課題を抱えていた。この問題を改善して1960年代の後半、全く新しい制御方式として誕生したのがチョップ制御だ。

チョップとは切り刻むという意。一定の電圧で供給される直流電流に対し、超高速でスイッチのON、OFFを繰り返して、電流を切り刻む。半導体技術の進歩で、1500Vの電圧に耐えるサイリスタと呼ばれるスイッチング素子が開発され、実用化した。

チョップ制御は、ON、OFFの時間的比率を変えることで、平均的な電圧を変化させ、モーターの回転数を制御する

仕組みだ。抵抗制御では抵抗器から熱エネルギーとして放出していたロスがなくなり、エネルギー消費を低減できる。抵抗器を大幅に減らし、車体の軽量化が実現できたという点でも、省電力に貢献する新しい制御方法だった。

### 再生ブレーキの有効活用へ

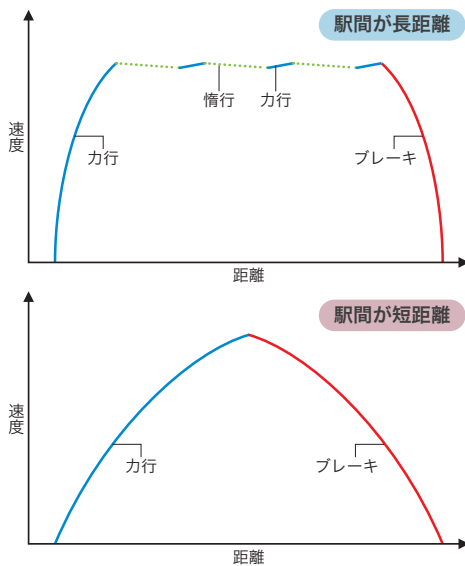
チョップ制御方式にはもう一つ、エネルギーの効率化に直結する大きな特質を備えていた。安定して再生ブレーキを使用できるようになったことだ。

前述の通り、モーターは発電機として機能させると、回転力が落ちてスピードを落とす性質を持っている。これを利用したのが発電ブレーキだが、発電ブレーキはただやみくもに発電させればいいというものではなく、発電した電力を消費するものが要だ。モーターに負荷が接続されて電気回路が構成されなければ、発電ブレーキは、この負荷として抵抗器を接続。発電した電流を抵抗器に流し、熱エネルギーに変換して放出している。

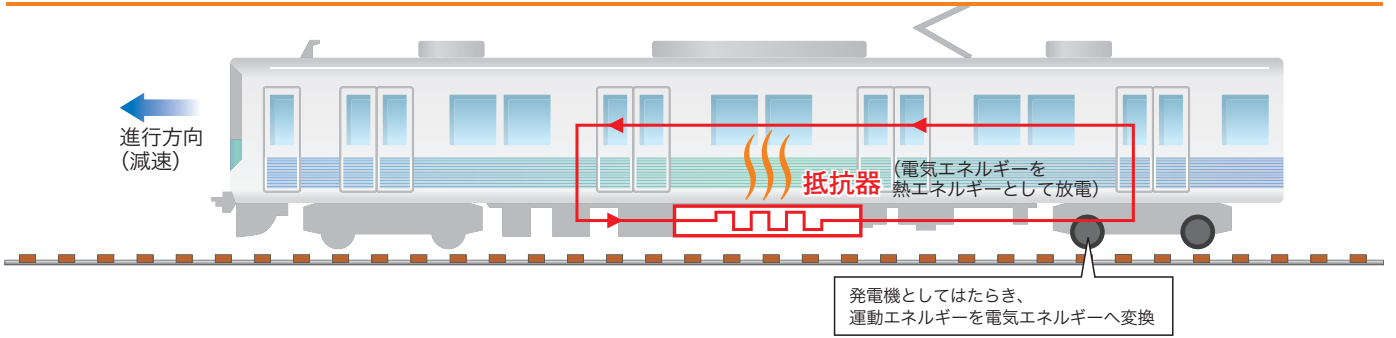
これに対し、発電した電気をパンタグラフなどの集電装置から架線に流し、他の力行中の電車が負荷として消費することでブレーキ力を得るのが、再生ブレーキだ。

「発電ブレーキと再生

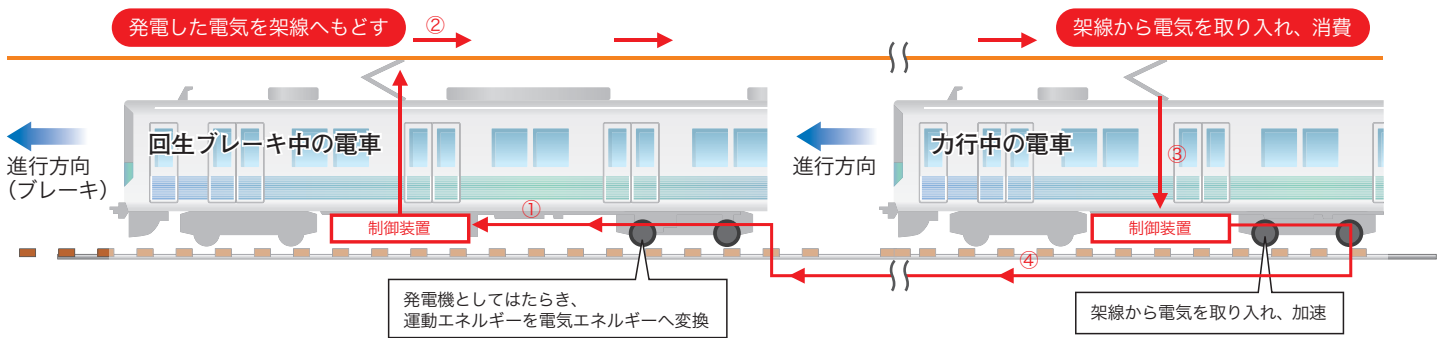
電車の運行パターン



〔RRR〕2009.3、pp.15-16を参考に編集部で作成



回生ブレーキ



回生ブレーキは、制動時に発生した電気エネルギーをパンタグラフなどの集電装置から架線に戻す。上の図は、回生ブレーキ中の電車が発電した電気を、他の電車が力行に必要なエネルギーとして使うときの電気の流れを示している。回生ブレーキの活用により、エネルギーの利用効率を向上させることができる。(『図解鉄道のしくみと走らせ方』 pp.151-152 を参考に編集部で作成)

ブレーキの違いは、モーターが発電した電気を抵抗器で熱エネルギーとして放出してしまうか、架線に戻すか、それだけの違い」と齋藤課長は説明する。

「ただし、電気はエネルギーの高いところから低いところへ流れる。架線の電圧より車両側から送り返す電圧が高くなければ戻せない」(齋藤課長)

抵抗制御方式においても、一部で回生ブレーキは採用されてはいたが、本格的に普及したのは、チョップパ制御が登場してからである。

「チョップパ制御では、減速時のモーターからの電圧を架線電圧より高くする制御が可能になった。これにより回生可能な速度が高速〜時速25kmとなり、広い速度範囲で安定して回生ブレーキが使えるようになった」(藤澤課長)

チョップパ制御による回生ブレーキの活用が、運転用電力の削減という取り組みを大きく前進させたのだ。

三交流誘導モーターの搭載

「この頃まで、電車のモーターと言えば、直流直巻きモーターだった。直流直巻きモーターは、電車の駆動用モーターとして優れた特性を備えていたが、半面、整流不良による故障が生じたり、メンテナンスに手間がかかるという欠点があった」(藤澤課長)

モーターは大きく分けて界磁、回転子の二つの部品から成り立っているが、直流モーターはその構造が複雑な上に、整流子・ブラシといった摩耗品があるため、

定期的に分解して部品を交換する必要があり、煩雑な整備作業が必要だった。

そこで実用化を検討されたのが、三交流誘導モーターだ。三交流を使う交流誘導モーターの一つで、直流モーターに比べて構造がシンプルで、整流子・ブラシなどの摩耗品もない。保守に手間がかからず故障が少ないという利点があった。出力が大きく、かつ小型で軽いという、電車向きの特質を備えていたことはいまでもない。

しかし、直流電化で三交流誘導モーターを採用するには、車両内で直流1500Vを三交流に変換しなければならぬ。さらには、三交流誘導モーターを制御するには、周波数や電圧を自由に変化させる制御装置が必要だった。

定期的に分解して部品を交換する必要があり、煩雑な整備作業が必要だった。

そこで実用化を検討されたのが、三交流誘導モーターだ。三交流を使う交流誘導モーターの一つで、直流モーターに比べて構造がシンプルで、整流子・ブラシなどの摩耗品もない。保守に手間がかからず故障が少ないという利点があった。出力が大きく、かつ小型で軽いという、電車向きの特質を備えていたことはいまでもない。

直流電化の制御方式

<p><b>抵抗制御</b></p>	<p>モーター回路に挿入した抵抗器で直流の電圧を調整する。</p>
<p><b>チョップパ制御</b></p>	<p>サイリスタが超高速でON、OFFを繰り返し、電圧を変化させることでモーターの回転数を制御する。</p>
<p><b>VVVFインバータ制御</b></p>	<p>直流を三交流に変換し、交流電気の波形の周波数、電圧を変えることで、交流モーターの回転数やトルクを制御する。</p>

(『超図説鉄道車両を知りつくす』 p.9 を参考に編集部で作成)



VVVFインバータ制御装置を搭載した3000系。

## VVVFインバータ制御

三相交流誘導電動機が電車用モーターとして実用化されたのは、1980年代も後半になってからだ。その切り札として登場したのが、VVVFインバータ制御である。

インバータとは逆変換という意味で、直流を交流に変換する装置を示す。交流モーターを、その特性に適した速度と回転数で動作させるために必要な任意の周波数と電圧をつくる装置が、インバータ装置と呼ばれるものだ。

鉄道用に開発されたインバータ装置は、架線から取り入れた直流1500Vを三相交流に変換する。この三相交流の周波数と電圧を、任意に変化させることで、三相交流誘導電動機の回転数を制御する。VVVFとは「可変電圧可変周波数制御」を直訳した和製英語 Variable Voltage Variable Frequency の頭文字を取っている。

「インバータ装置は、エアコンなど家庭用の電化製品で古くから採用されていた

が、電車で使用可能な大容量のインバータが実用化されるまでには、時間がかった。パワーエレクトロニクス技術の著しい進歩があつて誕生した制御方式」（齋藤課長）

VVVFインバータ制御は、連続的なめらかな加速減速が可能で、チョップパ制御以上に力行時のエネルギーロスが少なく、減速時の回生可能速度もさらに広がり、高性能化を実現した。

「三相交流誘導電動機とVVVFインバータ制御の組み合わせは、それまでの電車の概念を大きく変えた。運転用電力の削減に大きく貢献している」（藤澤課長）

現在、製造されている電車のほとんどは、VVVFインバータ制御が採用されている。首都圏では、従来の制御方式を採用していた電車も、VVVFインバータ制御に改造されている。抵抗制御やチョップパ制御の電車は、徐々に姿を消しつつあるとついても、過言ではない。

## 回生電力の有効利用

VVVFインバータ制御の採用により回生ブレーキの回生可能速度がさらに広がったことで、回生効率の向上が新たな目標となっている。

走行する電車の運動エネルギーを電気エネルギーに変換して架線に返すのが回生ブレーキだ。架線に返された回生電力は、近くの電車が架線から取り入れ、力行に消費する。

従って、運転時隔の長い閑散地区や早朝深夜など力行する電車が在線していない

場合には、電気エネルギーが消費されず、回生ブレーキが効かなくなる回生失効が起きる。

「負荷がない状態で回生電力を架線に返し続けると、架線の電圧が上昇してしまふ。架線に接続している他の電気装置の耐圧保護の観点から、1800Vを限度に車両の保護装置が働き、回生ブレーキから機械ブレーキに自動的に切り替え、架線にエネルギーを返せなくする。これを回生失効という」（齋藤課長）

回生電力を利用できるのは、隣り合う二つの鉄道変電所の間だ。この区間に、停止する車両と力行する車両が近傍にいる場合は、架線に戻した電気エネルギーをフルに活用することができる。しかし、給電区間の端と端にいた場合には、架線の抵抗で電流損失が生じるため、フルに活用することはできない。回生電力を有効に活用するためには、ダイヤ編成の工夫などが必要になってくる。

また、回生電力は、制動時と力行時のエネルギーを相殺するが、力行時に必要な電力を十分満たすほど大きなものではない。

「惰行している電車も、運転機器や車内照明、冷暖房に電気を使つており、最近では運行情報や広告等を表示する液晶モニター（スマイルビジョン）が設置されるなど、動力以外の需要も多くなっている。特にスマイルビジョンは、1両に8台のモニターが設置されているので、その電力量は相当なものになる。電流損失もある。架線に返された電気エネルギーが、実際に何にどのぐらい使われたのか、

数値化して掌握することは、実は難しい」（齋藤課長）

車両で計測表示される走行に使つた電力量と架線に返した電力量で算出する回生率は「チョップパ制御の車両なら回生率は25%、VVVFインバータ制御の車両なら条件が整えば35%から40%ぐらいまで回生率が上がる」（藤澤課長）

回生電力は、電車が発電した電力だ。この電力をできるだけ多く使うことが運転用電力の削減に結びつく。

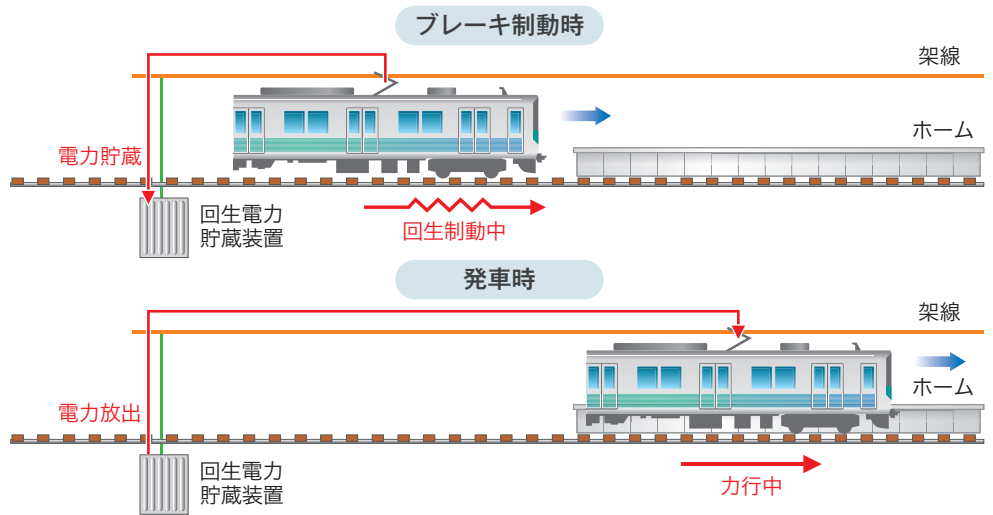
西武鉄道では「回生電力を効率よく使うための検討を重ね、変電所からの送電電圧を下げて回生失効を起こりづらくするなど、すでにいくつかの試みを開始している。精度の高い計算は成り立たないが、実際の1日の電力使用量を測り、前年同月の数字と比較するなどすれば、回生電力の活用によって電力使用がどれだけ削減したか、ある程度正確な数値は出せるのではないかと思う」（齋藤課長）

## 環境配慮型蓄電装置を導入

また、西武鉄道では2007年、西武秩父線の吾野変電所と正丸変電所に、国内では初となる「環境配慮型蓄電装置（回生電力貯蔵装置）」を導入、運用している。

他線と比較して運行本数の少ない西武秩父線は、回生ブレーキ車の運用には向いておらず、発電ブレーキ車を運用していた。しかし、回生ブレーキ車の導入に伴い、回生ブレーキ車の運用が徐々に増加、回生電力を利用する電車がない状態

## 回生電力貯蔵装置の設置



回生ブレーキ車の制動時に発電した電気エネルギーを、変電所に設置した「回生電力貯蔵装置」に貯蔵し、電車が力行するとき貯蔵した電力を放出する。吾野変電所・正丸変電所に設置、連続下り勾配のブレーキ時に発生する電力を安定して吸収・蓄え、他のタイミングで上り勾配を加速する列車に供給する。電力使用の削減を実現している。

の発生頻度が高まっていた。そこで、回生電力を蓄積し、電車が加速する際に力行電力を放出する電力貯蔵装置の設置を検討。連続勾配区間でブレーキの使用頻度が高い吾野変電所、正丸変電所への設置に踏み切った。

「当社が採用した回生電力貯蔵装置は、活性炭やアルミニウムなどを主原料とする電気2重層キャパシタで、リサイクル

で運行した場合、2変電所で1年間に400MWhの省電力量となり、これは一般家庭の消費電力に換算すると115軒分／年に相当するといふ。

**車両の軽量化でエネルギー削減**

車両の軽量化も、運転用電力の削減に大きな効果を創出する。

性に優れている。リチウムイオンやニッケル水素などを使った蓄電システムに比べ、環境に優しい」(齋藤課長)

キャパシタの容量は20・25F、最大吸収電力は2475kW、最大吸収エネルギーは3・86kWh。大電流の急速充電電を繰り返し返す鉄道車両向け蓄電装置として、高い対応能力を誇る。

「さらに寿命が長く、メンテナンス性にも優れており、運用開始後15年間は原則メンテナンスフリーであることも採用した理由の一つ」(齋藤課長)

実際に充電電を繰り返し返した回数で稼働率が分かるが、試算では、西武秩父線ですべての車両を回生ブレーキ車

車両の加速に必要なエネルギーは、車両の質量に比例する。同一の性能を有し、同じ走り方をするのであれば、車体を軽量化するほど、消費電力を削減することができるのだ。

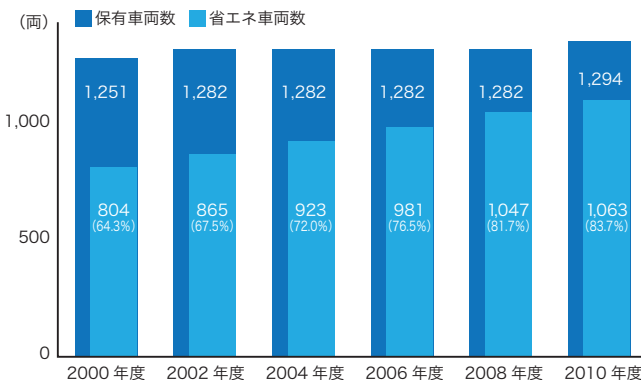
車両における車体の材料は、木から始まり、部分的に鉄鋼化した車両を経て、鉄鋼製車両が普及した。しかし、鉄鋼製車両は、腐食しやすいという大きな欠点があり、塗装が欠かせない。定期的に塗装し直す必要もあり、車両の維持費として大きな負担ともなっていた。

鉄鋼製車両の欠点を補う形で登場したのが、無塗装のステンレス鋼車両だ。年月を経ても腐食はほとんどなく、鋼製よりも強度があるため薄く製造することができ、軽量化が可能になった。

また、さらに軽量化を目指し採用されるようになったのが、アルミニウムにマグネシウムなどを混ぜてつくられるアルミニウム合金で、近年の新幹線車両は、ほとんどがこのアルミニウム合金を採用している。各種装置・部品の軽量化も併せて進められている。車両の軽量化には、列車騒音・振動の低減という効果もあるそうだ。

## 西武鉄道の保有車両数と省エネ車両数の割合

※省エネ車両とは、軽量化車、回生ブレーキ車、チョップ制御車及びVVVF車のこと



の消費電力の削減が果たせるのだろうか。

同じ10両編成でVVVFインバータ制御・回生ブレーキ車を比較してみると、鉄鋼製の9000系の車両重量は346.6tで、ステンレス製の無塗装車体6000系は339t。アルミニウム合金製の20000系が263.1tだ。鉄鋼製の9000系とアルミニウム合金製の20000系では、83・5tの違いがあり、1カ月に1万km走行したとして計算すると、消費電力で年間400MWhの差が生じるといふ。

「抵抗制御方式の車両がまだ残っているが、当社の省エネ車両数は2010年度で83・7%まで増やすことができた。モーターを165kWに強化した最新形式の30000系は2012年度末には

## 特集：鉄道と電気

[さらに効率的なエネルギー利用へ]

30000系



2008年4月にデビューした新しい西武鉄道のシンボル。「Smile Train～人にやさしく、みんなの笑顔をつくりだす車両～」をコンセプトに開発された。車体はアルミニウム合金製・ダブルスキン構造で、拡幅車体が導入されている。裾を絞った丸みのある車体形状で、青から緑へのグラデーションの帯が走る。VVVFインバータ制御・回生ブレーキ搭載。



1 2 3 30000系のマスターコントローラー（主幹制御器）と車両情報管理装置。信頼性の高いシステムを採用している。  
4 各ドアにLCD表示器を2台取り付け、停車駅や駅設備、運行情報に加え、静止画・動画広告等を表示。



9000系



1993年に登場した通勤車両。サービス設備は6000系同様、充実している。登場時は抵抗制御だったが、2003年から制御装置をVVVFインバータ制御に、ブレーキを回生機能付きにする改造工事を進め、2007年度に全編成の工事が終了した。現在は池袋線に集中的に配置されている。

6000系



東京メトロ有楽町線との相互直通運転対応車として1992年に登場した通勤車両。西武初のオールステンレス製・無塗装車体で、ブルーの帯を巻いた新しいイメージが注目を集めた。1996年12月からの増備車両はアルミニウム合金製車体に変更し、1998年2月にはさらに台車の変更などで軽量化した新型の6000系が登場している。VVVFインバータ制御・回生ブレーキ搭載。

20000系



「環境と人にやさしい」をテーマに、6000系を地上線専用モデルチェンジした通勤車両。車体はアルミニウム合金製・ダブルスキン構造で、6000系と同じく無塗装の地にブルーの帯を巻く。大幅な軽量化とVVVFインバータ制御・回生ブレーキの採用により、電力消費量を抑え、省エネルギーに貢献している。



付帯用電力の「信号高圧」は、安全を守るさまざまな設備に使用される。西武鉄道では、より省エネ効果の高い安全設備装置の導入を積極的に進めている。踏切や信号などのLED化もその一つだ。1997年から進めていた信号のLED化の切り替えは現在ではほぼ終了している。

適な車内環境を提供するための冷暖房用電力に使用されている。

また、付帯用電力は、総電力消費量の2割を占めている。信号保安設備、車両工場などの鉄道諸設備の他、駅施設に使われる電気だが、駅施設の消費電力がじわじわと増えている。

「バリアフリー化で設置が進められているエレベーター、エスカレーター」の消費電力が大きいの。もちろんそれだけではなく、自動改札機や自

1日平均500Whの発電を見込む。発電した電気は蓄電池に蓄えられ、街路灯に使用している。

駅設備も、リニューアルなどに合わせて改良を行っている。駅照明については、1990年度からインバータ化を進め、さらに、利用客を検知して照明を点灯する人感センサーや、必要な時間帯に照明を点灯するタイマー制御などを活用しながら省エネルギーを進めている。

さらに駅のコンコースや階段、トイレ、ホーム待合室などには、消費電力が少なく長寿命のLED照明の導入を推進。列車情報を総合的に提供する列車案内表示機についても、78駅でLED式に切り替えている。

動券売機、音声誘導チャイムなど駅務機器のすべてが電気稼動する。お客さまに提供するサービスも、実は電気をふんだんに使っている。「そのもの」(齋藤課長) そうした中、西武鉄道では、付帯用電力の削減を目指し、さまざまな施策を打ち出している。

その一つが、太陽光発電システムの導入だ。2007年に下井草駅に設置したのを皮切りに、現在では東長崎駅、武蔵藤沢駅、拝島駅を加え、計4駅に設置。発電した電力は、駅の照明やエレベーター、エスカレーターなどに使用している。4駅の合計期待発電量は年間3.5万kWhだ。

また、2008年に武蔵藤沢駅に導入したのが、風力と太陽光を利用したハイブリッド発電システムで、最大出力3kW、

「LEDは寿命が長く交換が不要なため、整備面でも優れている。また、駅構内の設備だけではなく、信号機についてもLED化を進め、現在では切り替えがほぼ終了している。従来の信号電球と比べ、視認性に優れているという特徴があり、安全性も高まった」(齋藤課長)

**一丸となって取り組んだ電力使用制限**

夏期の電力使用制限令が発令された昨年の夏は、首都圏の大手鉄道に対し、正午から午後3時までの時間帯について電力使用量15%削減が義務付けられた。この15%削減について、西武鉄

道は、通常ダイヤから本数を減らした特別ダイヤによる運行と、コンコースや広告看板など照明の一部消灯やホーム待合室の冷房温度の28℃設定などの施策で対応した。

「計画停電が落ち着いてからは、鉄道事業者はみな、使用電力の削減に冷静に取り組んでいたと思う。お客さまも多少の不便には目をつむり、普段通りにご利用くださった」(齋藤課長)

西武鉄道の基本的な施策は前述の通りだが、駅や車内では社員一人ひとりがさまざまな節電策に取り組んだ。駅構内やホームなどの照明の減灯、自動改札機や動券売機など駅務機器の一部使用停止などだ。エレベーター、エスカレーターについては、高低差や混雑度

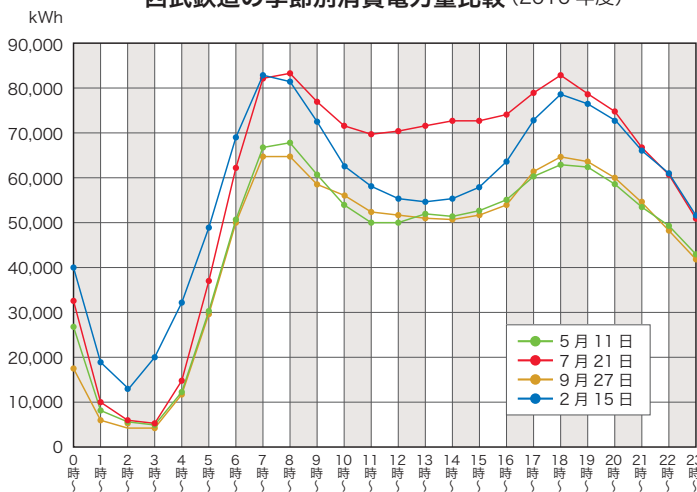
124両まで増両させる計画を持っている。来年度以降も代替し、省エネ車両数の割合を高めるとともに、30000系を西武鉄道のメイン車両に育てていきたい」(藤澤課長)

このように西武鉄道は、より効率的なエネルギー利用を目指し、運転用電力の削減に取り組んでいる。

しかし、その一方で、鉄道事業者の努力だけでは削減が難しい領域もある。利用者サービスに直結する電力だ。

鉄道が使用する電力のおよそ8割は、運転用電力が占めている。西武鉄道の2011年度の運転用電力は、1日当たり約95万kWhだが、実にその約1割は、快

西武鉄道の季節別消費電力量比較 (2010年度)



季節別に消費電力量を比較してみると、盛夏と真冬の朝夕の通勤時間帯がピークとなっている。夏冬と春秋の電力量の差は、冷暖房用の電力によるところが大きい。

## 特集：鉄道と電気

[さらに効率的なエネルギー利用へ]

など個々の状況に応じて、それぞれの駅で対応するようにした。

「照明を落とす、エレベーター、エスカレーターを止めるというのは、即、サービスの低下につながる。特にエレベーター、エスカレーターは高齢の方や障害を持つお客さまにとって、非常に重要なサポート設備。それらが動いていないければ、駅のご利用の際に不安を感じさせてしまうことになる。ただでさえ、減便ダイヤで不便をおかけしているところに、エレベーター、エスカレーターまで止めてしまふのは、極力、回避したかった」（齋藤課長）

代わりに徹底したのが、バックヤードでの節電努力だ。

「例えば、回送列車については昼間時、車内照明を消灯するとともに冷房をOFFにする。係員詰所の照明カットや空調調整も、業務に支障をきたさない範囲内で徹底した」（藤澤課長）

その努力を支えていたのは、電車の運行に必要な電力を守り、安定輸送を維持しなければという、鉄道に携わる者の使命感だったという。

### 省電力で安全輸送を支える

そして今年の4月1日から、企業向け電気料金の値上げが実施されている。前年と同じ電力使用量で計算すると、西武鉄道では1年間に約10億円の負担増になる。

「1kWh当たり17%の値上げだが、使用電力量で計算すると、それだけの負担増に

なる。電気料金の値上げ分は、すぐには運賃に加算できないので、事業者が企業努力で賄うしかない。回生電力をより有効に活用しようという試みも、10億円分の増加をいかに落としていくか、その対策の一つ。自社で発電して電力会社から買う電力を減らすという考えに基づいている。電力の削減に結びつくことは何でも、できることから実施していきたい」（齋藤課長）

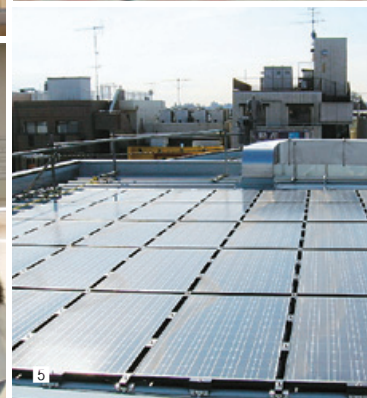
駅構内に設置しているキュービクル（地上変電設備）には、駅ごとの使用電力量が分かる「積算電力量計」が付いている。

「これまでは、電力削減の取り組みを指示するだけで、その施策に効果があったのか、数値結果を現場に見せてこなかった。キュービクルの積算電力量計を活用すれば、駅ごとの自分たちが出した結果が見えるようになる。電力の見える化を進めて、社員一人ひとりの削減に取り組む士気を高めていきたいと考えている」（齋藤課長）

1本の電車運行の乱れが大勢の利用客に影響を与えてしまう、鉄道の使命は大きい。人々は、正確で利便性の高いサービスを期待して鉄道を利用する。

まもなく、電力需要のピークの夏がやってくる。鉄道事業者は、安全輸送と省電力という両立が難しい課題を克服していかなければならない。

「消費電力を抑制しつつ、お客さまに満足いただける利用者サービスと、利便性の高い安定輸送を維持していくことがわれわれの使命」と齋藤課長は決意を語っている。



1②③ バリアフリー化で設置が進められているエスカレーター、エレベーター。西武鉄道ではさらに快適な駅を目指し、現在、エレベーター 64 駅 174 台、エスカレーター 54 駅 199 台を設置している。駅施設の消費電力は増加傾向にあり、これら設備の省エネ化も検討課題となっている。  
4 武蔵藤沢駅に導入したハイブリッド発電システム。街路灯の先端に風力発電の風車を、その下に太陽光発電パネルを装備している。  
5 2007年、その第1号として下井草駅に設置された太陽光発電システム。

### <文献>

小川知行、近藤稔「電車の消費エネルギーを計算する」『RRR』2009年3月号、財団法人鉄道総合技術研究所、pp.14-17  
川辺謙一「超図説 鉄道車両を知りつくす」学研、2008年  
昭和鉄道高等学校編「図解 鉄道のしくみと走らせ方」かんき出版、2011年  
「わかりやすい鉄道技術 [鉄道概論・電気編]」財団法人鉄道総合技術研究所鉄道技術推進センター、2005年